

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-243622

(43)Date of publication of application : 11.09.1998

(51)Int.Cl.

H02K 33/16

H02K 33/04

H02K 33/18

(21)Application number : 09-041238

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 25.02.1997

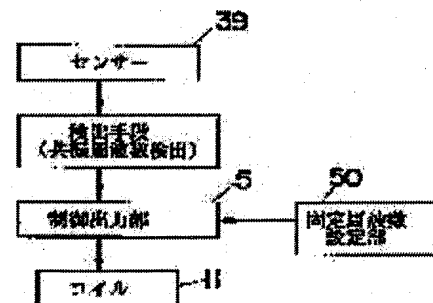
(72)Inventor : AMAYA HIDETOSHI
MAEKAWA TAKIO
OKAMOTO TOYOKATSU
IBUKI YASUO

(54) DRIVING CONTROL METHOD FOR LINEAR VIBRATING MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a quicker restore to a resonant condition by conducting driving at a preset fixed frequency if a sensing means which senses at least one of the displacement, speed, and acceleration of a movable element becomes incapable of sensing.

SOLUTION: This linear vibration motor which is driven in a resonant condition becomes incapable of sensing, leading to drive impossibility if the amplitude is reduced largely due to heavy loading applied. Therefore, by forming a fixed frequency setting part 50, a control output part 5 supplies driving current to a coil 11 based on a natural frequency which is preset at the fixed frequency setting part 50 if sensing by a sensing means 39 becomes impossible. Alternatively, by forming a resonant frequency storage part which stores the frequency just before the sensing becomes impossible due to increasing of load, the frequency which is stored by the resonant frequency storage part may be driven as fixed frequency if it becomes incapable of sensing. It is thus possible to attain a quick restore to a resonant condition and highly efficient driving.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-243622

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 K 33/16
33/04
33/18

H 0 2 K 33/16
33/04
33/18

A
A
A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-41238

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月25日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 天谷 英俊

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社社内

(72) 発明者 前川 多喜夫

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社社内

(72) 発明者 岡本 豊勝

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社社内

(74) 代理人 弁理士 西川 恵清 (外1名)

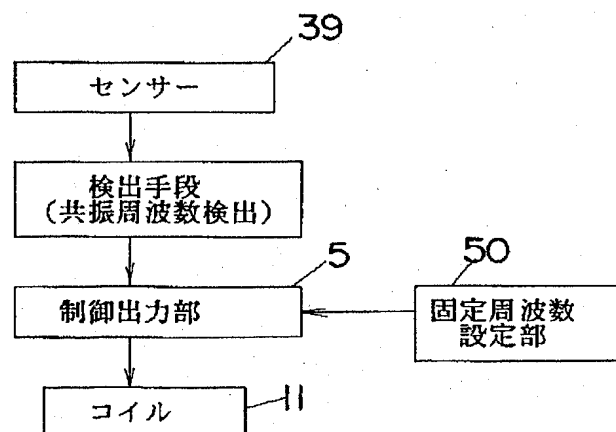
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニア振動モータの駆動制御方法

(57) 【要約】

【課題】 検出手段による検出不能時にも適切な駆動を行って共振状態への早期復帰を行わせる。

【解決手段】 電磁石又は永久磁石からなる固定子と、永久磁石又は電磁石を備えるとともにばね支持されている可動子とを備えて、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段の出力に応じて電磁石のコイルへの供給電力を制御して可動子を含むばね振動系をその固有振動数に同期させた共振状態で駆動するものにおいて、上記検出手段による上記検出の不能時に制御手段は予め設定された固定周波数で駆動を行う。検出手段による検出不能時にも駆動不能となることがない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁石又は永久磁石からなる固定子と、永久磁石又は電磁石を備えるとともにばね支持されている可動子と、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段と、該検出手段の出力に応じて電磁石のコイルへの供給電力を制御して可動子を含むばね振動系をその固有振動数に同期させた共振状態で駆動する制御手段とからなるリニア振動モータの駆動制御方法であって、上記検出手段による上記検出の不能時に制御手段は予め設定された固定周波数で駆動を行うことを特徴とするリニア振動モータの駆動制御方法。

【請求項2】 固定周波数として制御手段に記憶させた検出手段による検出不能直前時の周波数を用いることを特徴とする請求項1記載のリニア振動モータの駆動制御方法。

【請求項3】 検出手段による検出不能時の固定周波数による駆動時に駆動電流値の変動に応じて固定周波数を補正することを特徴とする請求項1または2記載のリニア振動モータの駆動制御方法。

【請求項4】 複数の異なる固定周波数による駆動を固定周波数を漸次変更して行うことを特徴とする請求項1記載のリニア振動モータの駆動制御方法。

【請求項5】 固定周波数による駆動を起動時にも用いることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のリニア振動モータの駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リニアモータで往復振動を生じさせるリニア振動モータの重負荷時の駆動制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】リニアモータを往復振動の発生源とすることが特開平2-52692号公報に示されている。往復式電気かみそりの駆動源として用いられているこのリニア振動モータは、棒状永久磁石からなる可動子と、U字形鉄芯の各片に夫々コイルを巻回した固定子とからなる単相同期モータとして形成されており、全波整流回路によって交流周波数の2倍の周波数の直流電圧をコイルに供給して、可動子に往復動を行わせている。

【0003】この場合、可動子を往復移動させて振動を発生させるにあたり、強い電磁力が必要であるが、可動子をばね支持することでばね振動系として構成し、このばね振動系の固有振動数に合致する振動数で駆動を行えば、駆動に必要なエネルギーの低減を図ることができるが、負荷を受けた場合、往復振動の振幅が安定しないという問題を有している。

【0004】このために、電磁石又は永久磁石からなる固定子と、永久磁石又は電磁石を備えるとともにばね支持されている可動子と、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段と、該検出手

段の出力に応じて電磁石のコイルへの供給電力を制御する制御手段とからなるものが提供されている。このものでは、負荷変動等で何らかの原因で固有振動数（共振周波数）が変化しても、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段によってこの変化を検出することができることから、常時共振状態での駆動を行うことができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、負荷がきわめて大であって振幅等が大きく低下し、検出手段によるところの上記検出が不能となると、共振状態での駆動ができなくなるのはもちろん、負荷がなくなった後も共振状態への復帰に時間がかかってしまう上に、効率が大きく低下してしまう。

【0006】本発明は上記問題点に鑑みて発明したものであって、その目的とするところは検出手段による検出不能時にも適切な駆動を行うことができ共振状態への早期復帰を行わせることができるリニア振動モータの駆動制御方法を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】しかし本発明は、電磁石又は永久磁石からなる固定子と、永久磁石又は電磁石を備えるとともにばね支持されている可動子と、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段と、該検出手段の出力に応じて電磁石のコイルへの供給電力を制御して可動子を含むばね振動系をその固有振動数に同期させた共振状態で駆動する制御手段とからなるリニア振動モータの駆動制御方法であって、上記検出手段による上記検出の不能時に制御手段は予め設定された固定周波数で駆動を行うことに特徴を有している。検出手段による検出不能時にも駆動不能となることがないものである。

【0008】この時、固定周波数として制御手段に記憶させた検出手段による検出不能直前時の周波数を用いると、共振状態への復帰をより早く行わせることができる。検出手段による検出不能時の固定周波数による駆動時に駆動電流値の変動に応じて固定周波数を補正してもよい。駆動電流値から負荷変化に伴う共振周波数の変化を予測して補正するわけである。複数の異なる固定周波数による駆動を固定周波数を漸次変更して行うようにしてもよい。

【0009】固定周波数による駆動は起動時にも用いることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】まず、リニア振動モータの構造の一例について説明すると、図9及び図10は往復式電気かみそり用としてのリニア振動モータを示しており、固定子1と可動子2（図中では2つの可動子21、22）、そしてフレーム3とから構成されている。

【0011】固定子1は、磁性材料の焼結体や磁性材料

の鉄板を積層したE字形ヨーク10と、このヨーク10の中央片に巻回されたコイル11とからなるもので、ヨーク10の両端面からは夫々ピン12が突設されている。上記固定子1が固着されるフレーム3は、一對の両側板30、30の各端部の下部間を夫々底板31、31で連結した断面U字形に構成されたもので、上記固定子1はそのピン12が側板30に形成された固定溝32にはめ付けられて溶接やかしめによってフレーム3に固定される。

【0012】2種の可動子21、22は、図9に示すように、いずれも合成樹脂製の被駆動体23、23の下面に非磁性金属板からなる補強プレート25とバックヨーク26とを介して永久磁石20を固着したもので、可動子21の被駆動体23は、平面形状が口字形に構成され、補強プレート25とバックヨーク26と永久磁石20は被駆動体23の両側片の各下面に設けられており、また両側の補強プレート25は一体に形成されている。なお、補強プレート25は被駆動体23にインサート成形（アウトサート成形）によって一体化されている。図中24は被駆動体23に一体に設けられるとともに往復式電気かみそりにおける内刃が連結される連結部である。

【0013】そして上記両可動子21、22は、その両端が前記フレーム3に板ばね4、4を介して連結される。ここにおける板ばね4は、金属板4'からの打ち抜きによって形成されるとともに、フレーム3への固定部に支持板40が、可動子21、22への固定部に連結板43が夫々取り付けられたもので、可動子22に連結される中央の板ばね部41と、可動子21に連結される左右一對の板ばね部42、42とが支持板40の部分において一体につながっており、支持板40をフレーム3の両端に溶接等の手段で固定し、各連結板43を可動子21、22の補強プレート25の端部に溶接等の手段で固定した時、両可動子21、22はフレーム3から吊り下げられた形態となるとともに、平面形状が口字形の可動子21内に可動子22の連結部24が位置する。また、可動子21内面のばね受け部26、26と可動子22の連結部24のばね受け部27、27との間には、可動子21、22の往復動方向において、圧縮コイルばねからなる対のばね部材28、28が配設される。

【0014】このように構成されたリニア振動モータにおいて、可動子2に設けられた永久磁石20は、前記固定子1に所定のギャップを介して上下に対向するとともに、可動子2の往復動方向に着磁されており、図7に示すように、固定子1のコイル11に流す電流の方向に応じて、板ばね4を撓ませつつ左右に移動するものであり、コイル11に流す電流の方向を適宜なタイミングで切り換えることによって、可動子2に往復振動を行わせることができる。

【0015】また、ここでは可動子21に設けた永久磁

石20の磁極の並びと、可動子22に設けた永久磁石20の磁極の並びとを逆としているために、両可動子21、22は位相が 180° 異なる往復振動を行う。この時、ばね部材28、28が圧縮伸長されることから、図9に示したばね系は、板ばね4とばね部材28とによって構成（厳密には磁気吸引力によるばね定数成分が更に加わる）されている。

【0016】このようなばね系を有する振動系を振動させるにあたっては、振動系が有する固有振動数に同期させて振動させること、つまり共振状態とすることが安定した振動の実現の点や駆動エネルギーの低減の点で好ましいことから、このような駆動を行うために、ここでは可動子21に磁極の並びが可動子2の往復動方向となったセンシング用磁石29を取り付けるとともに、フレーム3に設けた取付部34に図7に示すセンシング用巻線からなるセンサー39を取り付けて、可動子21の振動に伴ってセンサー39に誘起される電流（電圧）を基に、制御出力部5がコイル11に流す電流を制御している。

【0017】すなわち、センサー39に誘起される電流の電圧は、図6に示すように、可動子2の振幅の大きさや位置、振動の速度、振動の方向等に応じて変化する。つまり、可動子2がその往復動の振幅の一端に達した時、磁石29の動きが止まって磁束の変化がなくなるためにセンサー39の出力は零となり、振幅中央位置に達した時、可動子2の速度が最大となるとともにセンサー39の出力電圧も最大となる。従って、最大電圧を検出すれば可動子2の最大速度を検出することができ、上記零点を移動方向反転時点（死点到達時点）として検出することができ、センサー39出力の極性から可動子2の移動方向を検出することができる。

【0018】一例を図11に示す。センサー39の出力電圧はサインカーブを描いて変化するが、これを増幅回路51にて増幅した後、A/D変換回路52でデジタル値とし、出力電圧が零から所定時間（たとえばt）時間経過後の電圧を検出したり、出力電圧が零から零に至るまでの最大電圧を検出したりすることで可動子2の振幅中央における最大速度を検出することができるものであり、出力電圧が零となった時点から移動方向反転時点を検出することができ、更に可動子2（磁石29）の移動方向が往復動のどちらであるかによって電流が流れる方向が変わることから、出力電圧の極性から可動子2が往復動のうちのどちらのストロークにあるのかを検出することができる。

【0019】ここで、検出した可動子2の速度から、制御出力部5は例えば負荷の増大による振幅の減少を検出した時には、駆動電流量（図示例では通電時間T及び最大電流値）を増加させることで、振幅を所要の値に保つ。なお、図示例では、駆動電流量の制御はPWM制御によっており、電流量は検出した速度に対して予め記憶

させたPWMのパルス幅を出力するようにしている。なお、速度と変位と加速度とは相関していることから、速度に変えて変位や加速度を検出するようにしてもよい。

【0020】また検出した移動方向に応じた方向に電流を流すことで、駆動電流がブレーキになってしまうような事態が生じるのを防いでいる。さらに、検出した移動方向反転時 t_1 から所定の時間 t のタイミングで電流を流すことによって、可動子2の駆動をばね系の動きを有効利用して必要な電流量を抑えている。つまり、移動方向反転時の前から逆方向駆動の電流をコイル11に加えたのでは振動にブレーキをかけてしまうことになり、可動子が振幅の中心点を越えてからその移動方向の電流をコイル11に加えたのでは、可動子2の振動で圧縮されたばね系の反発力によるところの駆動力が既に弱くなっているために、電磁力による駆動とばね系による駆動力との相乗力を得ることができない。このために、移動方向反転時点から振幅中央に至るまでの時間内に、コイル11への電流供給の開始タイミングを設定している。なお、振幅中央に達した時点は、前述のセンサー39出力が最大となる点として検出することができる。ここにおける時間 t は、検出された可動子2の速度や加速度に応じて調整される値であってもよい。

【0021】図11に固定子1のコイル11の駆動回路の一例を示す。4つのFET型スイッチング素子Q1～Q4からなる駆動ブロック53のうち、スイッチング素子Q1、Q3を同時にオンさせることと、スイッチング素子Q2、Q4を同時にオンさせることとによって、コイル11に流す電流の方向を切り換えて、可動子2に往復動を行わせる。

【0022】ところで上記駆動制御に際しては、移動方向の検出及び移動方向反転時点の検出は必ずしも必要としない。与えた駆動電流によって可動子2の移動方向が判明していることから、次の駆動電流の方向を順次切り換えればよく、また固有周波数に同期させるわけであるから、所要の周期で通電を開始すればよいからである。しかし、これらの検出に応じた上記制御も行うならば、過負荷がかかったことによる一時的な停止が生じたりしても、適切な方向に電流を流すことができる上に、可動子2の質量やばね系のばね定数の個体差によるところの固有振動数のばらつきに対しても、駆動電流が常に適切にコイル11に加えられるものであり、従って振動系は確実に固有振動数に収束するとともに一定振幅の振動を行うものとなる。

【0023】検出手段として移動方向と移動方向反転時点と位置（速度または加速度）の全てを検出することができるセンシング用磁石29とセンシング用巻線からなるセンサー39との組み合わせを用いて、センサー39出力の最大値（絶対値）から速度を検出していたが、電流（電圧）が零となる点の時間間隔から速度を検出するようにしてもよい。上記零点は、磁石29の磁力のばら

つきや、磁石29とセンサー39との間のギャップのばらつきなどに影響されることなく確実に移動方向反転時点を検出することができるものであり、従って、零点の時間間隔から可動子2の速度をより正確に検出することができる。

【0024】この他、例えばセンシング用磁石29と磁気感受素子との組み合わせや、図9及び図10に示している可動子2に取り付けたスリット板60とこのスリット板60のスリットを検知するフォトセンサー38等を、検知対象に応じて用いることができる。もっとも可動子2の振動の妨げとなることがない非接触式のものであることが望ましい。

【0025】このように構成されて共振状態で駆動されるリニア振動モータにおいては、前述のように重負荷がかかって振幅が大きく低下した場合、検出手段によるところの上記検出が不能となる事態が生じると、制御出力部5は検出結果に基づいてコイル11に駆動電流を供給していることから、駆動不能な事態に陥ることになる。

【0026】このために、ここでは図1に示すように固定周波数設定部50を設けており、検出手段による前記検出が不能となった時、制御出力部5は固定周波数設定部50に設定してある固有周波数に基づいてコイル11に駆動電流を供給するものとしてある。ここにおいて、図2に示すように負荷NがN1からN2に増大する時、上記リニア振動モータにおいては共振周波数が f_1 から f_2 に変化するが、今、負荷NがN2を越えると上記検出が不能になるとすると、上記固定周波数としては周波数 $f_1 \sim f_2$ の間の周波数を好適に用いることができるとともに、周波数 f_2 を用いるのが最も好ましい。また周波数 f_2 は、同じリニア振動モータでも可動子2の質量やばね系のばね定数の個体差によるところのばらつきがあることから、図3に示すように、負荷Nの増大によって上記検出が不能となる直前の周波数、つまり周波数 f_2 を記憶する共振周波数記憶部55を設けておき、検出手段による上記検出不能になった時には、共振周波数記憶部55が記憶している周波数 f_2 を固定周波数として駆動するようにしておくこととよい。

【0027】また、負荷NがN2を越えるN3まで増大した時には、駆動電流Iが ΔI だけ増加することから、この電流変動 ΔI に応じた周波数変動 Δf を予測し、固定周波数 f_2 を上記予測に基づいて補正した周波数 $f_3 (= f_2 + \Delta f)$ で駆動するとよい。図4はこの場合のブロック図を示しており、図中56は駆動電流検出部である。

【0028】図5に示すように、固定周波数設定部50に設定しておく周波数を複数 $f_a, f_b, f_c \dots$ としておき、検出手段による可動子2の動き（共振周波数）が検出不能になった場合、駆動周波数を漸次変更（ $f_a, f_b, f_c \dots$ ）して駆動するようにしてもよい。なお、上記周波数 f_a, f_b, f_c の設定は、たとえば $f_a =$

$f_1, f_b = f_2, f_c = f_3$ とする。

【0029】検出手段による上記検出は重負荷が加わった場合だけでなく、起動時にも不能となっていることから、固定周波数による駆動を起動時にも用いてもよい。起動時と重負荷時とで個別の制御を行う必要がなくなる。

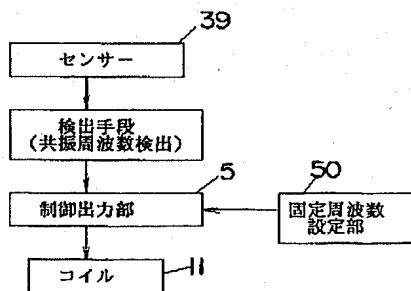
【0030】

【発明の効果】以上のように本発明においては、可動子の変位、速度、加速度のうちの少なくとも一つを検出する検出手段の出力に応じて電磁石のコイルへの供給電力を制御して可動子を含むばね振動系をその固有振動数に同期させた共振状態で駆動するものにおいて、上記検出手段による上記検出の不能時に制御手段は予め設定された固定周波数で駆動を行うものであり、このために検出手段による検出不能時にも駆動不能となることがなく、また固定周波数として適切な周波数を設定することで、共振状態への復帰を早期に行わせることができるとともに、効率の良い駆動を行うことができる。

【0031】そして、固定周波数として制御手段に記憶させた検出手段による検出不能直前時の周波数を用いると、共振状態への復帰をより早く行わせることができるものとなる。また、検出手段による検出不能時の固定周波数による駆動時に駆動電流値の変動に応じて固定周波数を補正する時には、駆動電流値から負荷変化に伴う共振周波数の変化を予測した上での周波数で駆動することができるために、検出不能時においても効率のよい駆動を行うことができる。

【0032】複数の異なる固定周波数による駆動を固定

【図1】



周波数を漸次変更して行うようにしてもよく、この時にも共振状態への復帰を早期に行わせることができる。そして固定周波数による駆動を起動時にも用いるならば、起動時と可動子の動きの検出不能時とにおいて異なる駆動制御を行う場合に比して、制御シーケンスを簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例のブロック図である。

10 【図2】負荷と共振周波数と電流との相関を示す説明図である。

【図3】同上の他例のブロック図である。

【図4】同上のさらに他例のブロック図である。

【図5】同上の別の例のブロック図である。

【図6】同上の通常動作モードの動作を示すタイムチャートである。

【図7】同上の概略図である。

【図8】同上のブロック図である。

【図9】同上の具体例の分解斜視図である。

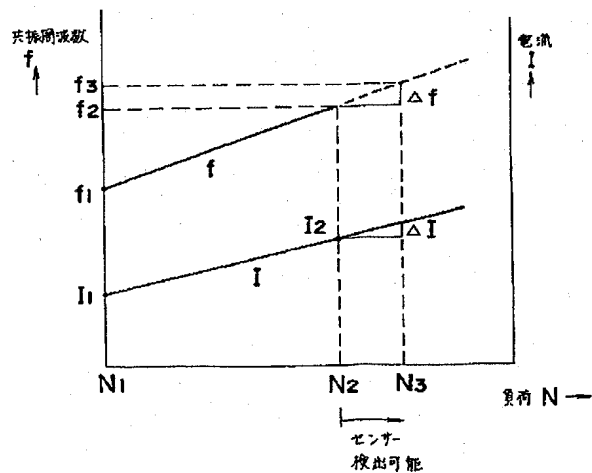
20 【図10】同上の可動子の分解斜視図である。

【図11】同上のブロック回路図である。

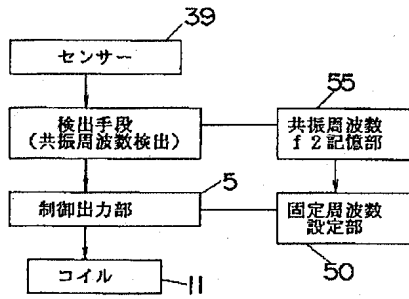
【符号の説明】

- 1 固定子
- 2 可動子
- 3 フレーム
- 5 制御出力部
- 11 コイル
- 39 センサー

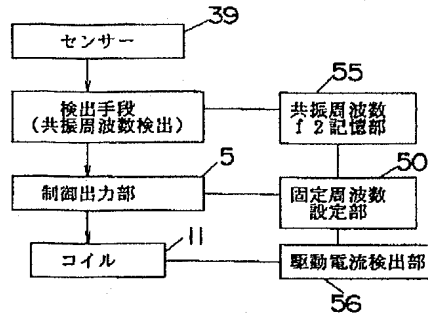
【図2】



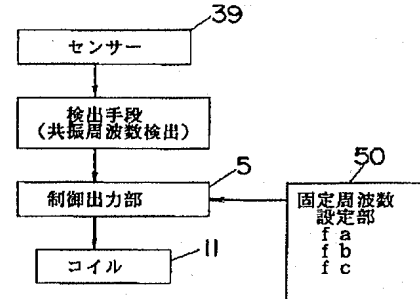
【図3】



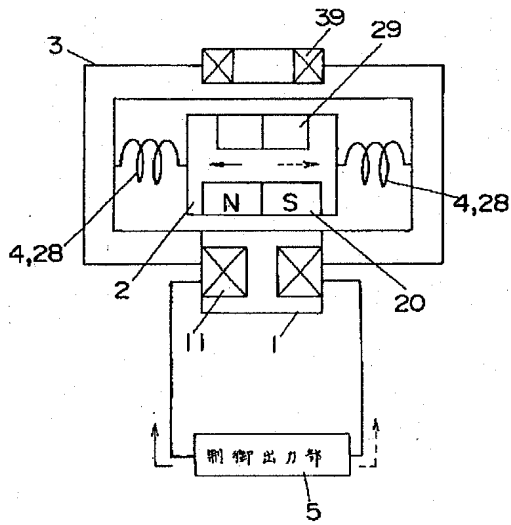
【図4】



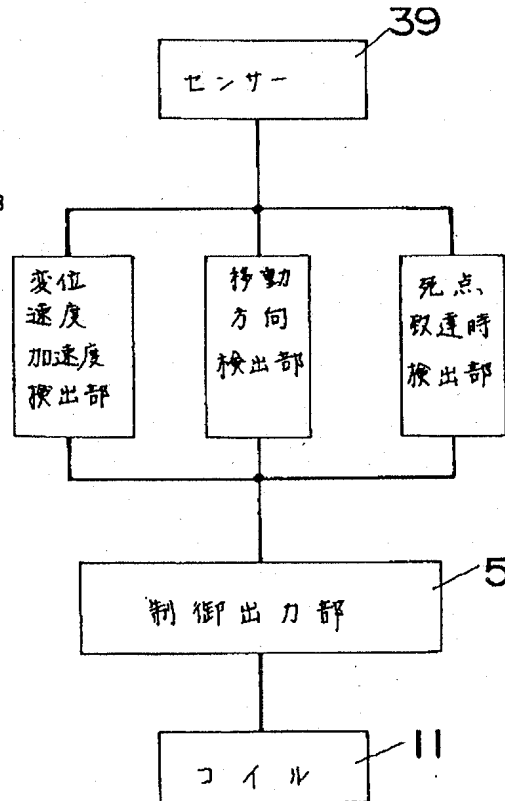
【図5】



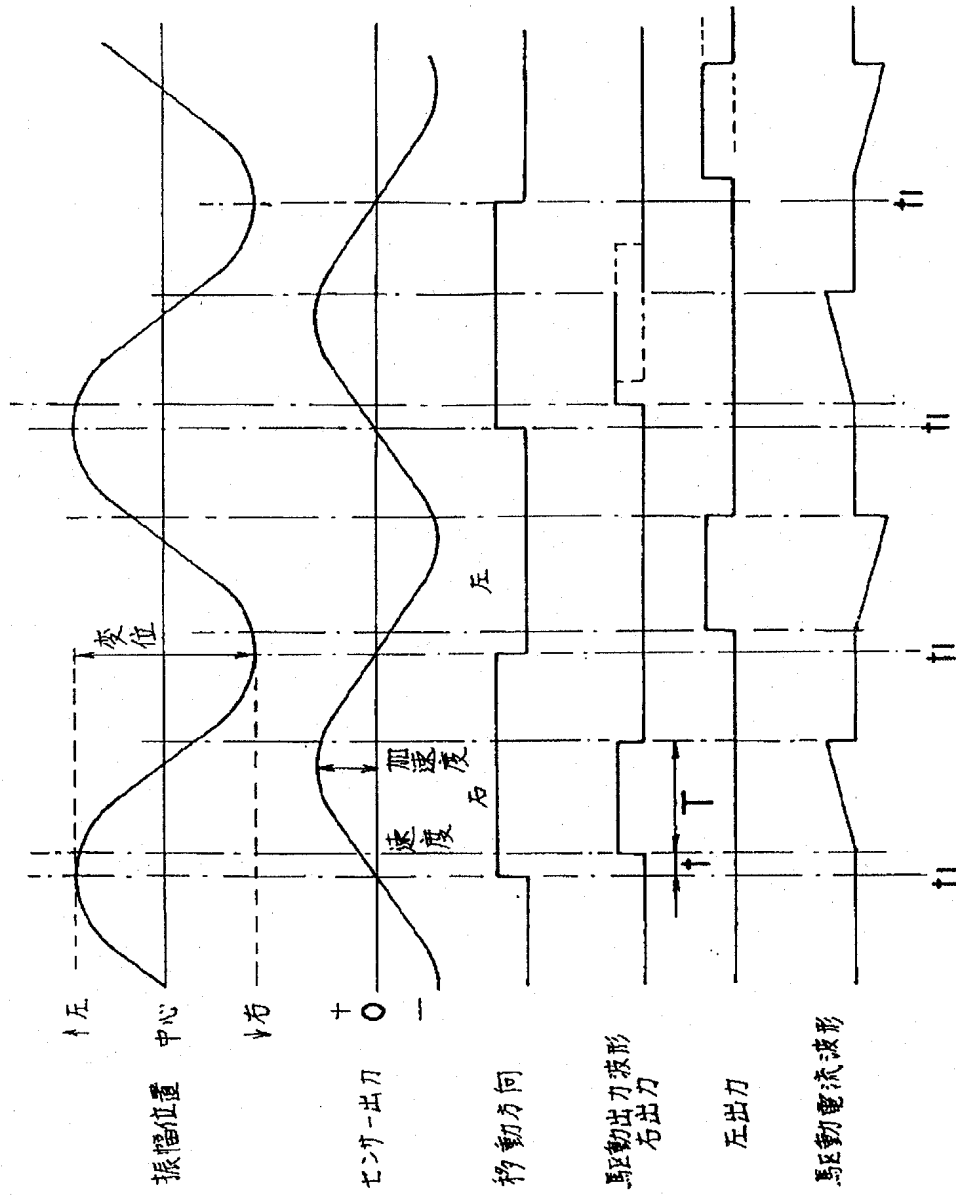
【図7】



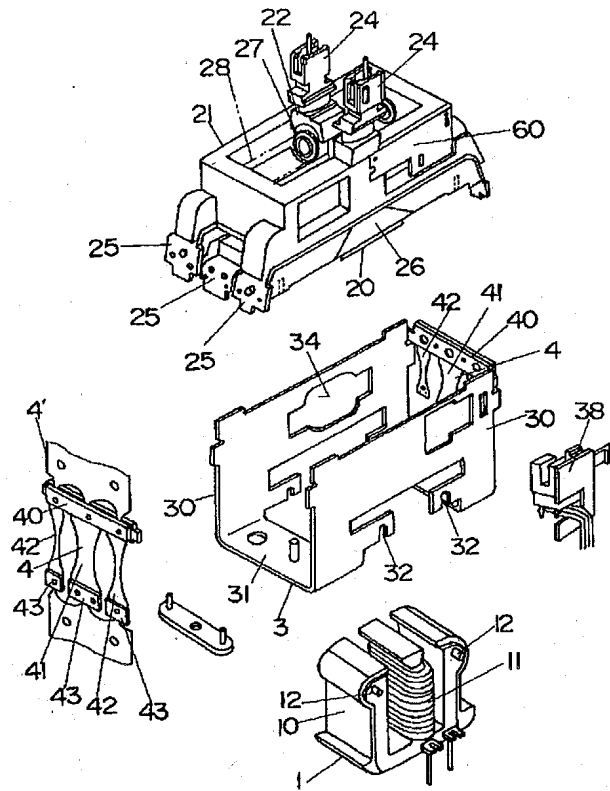
【図8】



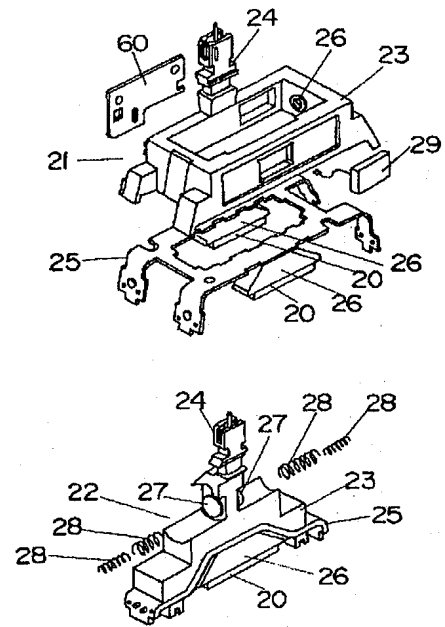
【図6】



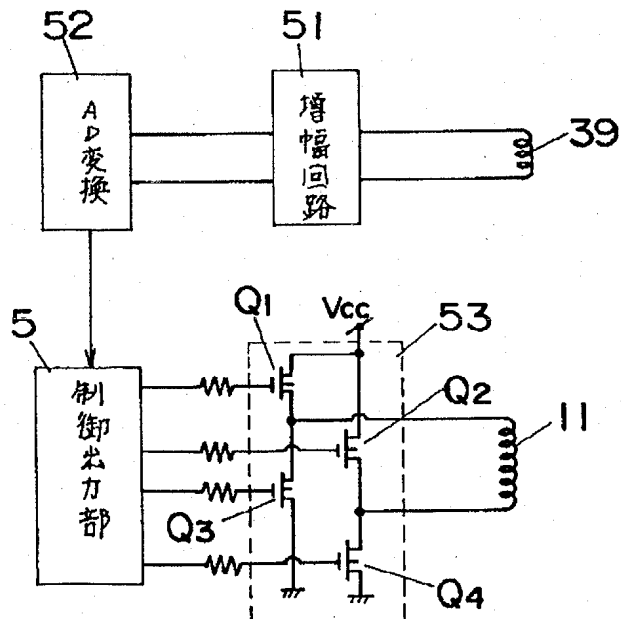
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 伊吹 康夫
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内